

Relazione di dettaglio

Tutte le riflessioni progettuali sono frutto di una approfondita analisi del contesto architettonico, paesaggistico e ambientale entro cui l'intervento si inserisce. Sono state valutate con attenzione le peculiarità esogene ed endogene della fabbrica architettonica e dell'ambito paesaggistico oggetto di intervento, successivamente tradotte in soluzioni progettuali sistematiche in grado di rispondere alle specifiche esigenze. Il Castello presenta un complesso palinsesto stratificato frutto di molteplici trasformazioni susseguitesesi nella secolare storia del complesso. Alcuni elementi risalgono alla fase di fondazione della fabbrica, altri sono derivati di processi trasformativi e altri ancora sono segni di più recenti interventi manutentivi. Sotto il profilo architettonico e del restauro particolare fascino e interesse suscita l'inserimento paesaggistico del Castello, suggestivo nella sua perfetta integrazione nel paesaggio circostante. Lo straordinario valore storico, culturale, architettonico e paesaggistico del sito oggetto di intervento, ha imposto dunque la necessità di importanti e attente riflessioni progettuali sugli interventi architettonici e strutturali da realizzarsi per garantire la conservazione, il restauro e la valorizzazione del complesso. Coerentemente con quanto previsto dal DIP, il progetto prevede la realizzazione di un percorso ciclopedonale a servizio del castello all'interno del quale trovano ubicazione parcheggio, aree di sosta e punti di ristoro. Il percorso sarà inoltre arricchito dalla presenza di totem dotati di QR code attraverso i quali sarà possibile visualizzare informazioni storiche, architettoniche e paesaggistiche sul castello e sul territorio che lo ospita. In linea generale il percorso è pensato per essere idealmente estendibile fino a ricomprendere tutta la fascia costiera che da Palma di Montechiaro giunge fino a Falconara.

Di seguito si riportano nel dettaglio le principali soluzioni tecniche e tecnologiche adottate per il recupero strutturale e la valorizzazione, anche in riferimento ai dichiarati obiettivi di massima sostenibilità ambientale e integrazione.

I nuovi inserimenti

Il progetto prevede la realizzazione di due nuovi locali da realizzarsi rispettivamente nell'area di sedime prossima al Castello e all'interno dello stesso. Il primo sarà adibito a punto di informazione e ristoro, il secondo ospiterà i servizi igienici del Castello. Entrambe le strutture saranno realizzate interamente a secco con fondazioni puntuali ed elevati in profilati di acciaio. Le tamponature saranno realizzate con montanti e guide in alluminio che fungeranno da supporto per la pannellatura doppio strato in lastre di aquapanel. Nell'intercapedine sarà collocato un pannello isolante in lana di roccia per migliorare il comfort termico dei nuovi locali. Le coperture saranno del tipo ventilato con orditura metallica di sostegno ed embrici fotovoltaici di ultima generazione apparentemente identici a quelli in cotto ma con capacità di produzione pari al 96% di un pannello tradizionale. Questa felice innovazione ha già avuto applicazione per la copertura della Villa dei Misteri di Pompei ed è stata approvata dalla soprintendenza in quanto praticamente ad impatto zero sul contesto.

Il progetto prevede significativi interventi sulle pavimentazioni e del Castello e dei percorsi esterni. Si riportano di seguito schematicamente le soluzioni previste.

Pavimentazione in cocchiopesto_ Il progetto prevede la realizzazione di nuove pavimentazioni delle aree esterne del Castello in battuto di cocchiopesto. Il cocchiopesto impiegato sarà composto da una percentuale di ossido di silice superiore al 50%, una percentuale di ossido di allumina non superiore al 18% e una percentuale di ossido di ferro non inferiore al 6%. L'idraulicità della malta naturale sarà assicurata dall'uso di calce idraulica e dall'apporto solubile del silicato di calcio contenuto nel cocchiopesto impiegato, a garanzia di composti idraulicamente attivi. Lo spessore complessivo del

battuto sarà di 4 cm, realizzato per strati minimi di 2 cm successivamente lavorati con la tecnica fresco su fresco. L'effetto finale sarà garantito da una levigatura con un leggero effetto ruvido e antiscivolo. La pavimentazione così realizzata sarà staccata dalle murature del complesso mediante un profilo in acciaio che servirà a non compromettere le parti di contatto, rendendo l'operazione completamente reversibile, e a consentire l'alloggiamento di corpi illuminanti destinati ad illuminare l'ambiente valorizzando le preesistenze.

*Pavimento galleggiante in WPC*_ La porzione a cielo aperto caratterizzata dall'installazione di un nuovo percorso in acciaio, sarà pavimentata con un sistema flottante in WPC. Il legno composito, conosciuto anche con il nome woodplastic composite (WPC) ha solitamente caratteristiche migliori rispetto ai prodotti naturali. I prodotti estrusi non svergolano, non scolorano, sono impermeabili, sono antisettici. Infine, uno tra i vantaggi principali del legno composito è sicuramente l'assenza di manutenzione e la riciclabilità al 100%.

*Pavimento in terra stabilizzata*_ La pavimentazione dei percorsi esterni al Castello sarà realizzata in terra stabilizzata. Prima di tutto, sarà necessario realizzare il sottofondo, il cui compito è quello di "sostenere" il peso dei veicoli o delle persone che transiteranno sulla pavimentazione in terra solida. Lo spessore di questo strato dipenderà ovviamente dal traffico previsto sulla strada e potrà variare dai 25 ai 40 centimetri. La miscela di stabilizzante, acqua e aggregato terroso regala alla terra stabilizzata caratteristiche che la rendono unica nel panorama dei materiali per costruire strade di campagna e piste ciclabili:

Elevata resistenza meccanica. La miscela stabilizzante e acqua consente di creare un composto risultante caratterizzato da un elevato livello di resistenza meccanica prevenendo la formazione di buche e altri difetti.

Grande permeabilità. La composizione dell'aggregato terroso garantisce un alto grado di permeabilità.

Ecosostenibile e riciclabile. Il conglomerato formato da stabilizzante ed aggregato terroso non rilascia sostanze inquinanti nell'ambiente e nell'acqua, risultando così completamente ecosostenibile. Il composto è anche 100% riciclabile.

Economico. L'estrema resistenza della superficie permette di abbattere i costi di manutenzione, rendendo questa soluzione ancora più economica.

Ulteriore aspetto progettuale di dettaglio riguarda la sostituzione degli infissi esistenti ormai vetusti. La scelta dei serramenti è infatti un'operazione di fondamentale importanza per il comfort degli edifici, anche storici. Si è scelto dunque di optare per una tipologia di infissi tra i migliori presenti sul mercato prodotti dalla *Secco Sistemi*. Tale tipologia di infissi è caratterizzata da un telaio in acciaio Cortèn e da un rapporto telaio/vetro tra i più alti presenti in commercio riducendo al minimo l'impatto estetico. Gli infissi garantiranno una trasmittanza pari a 1,4 W/m²k e saranno completati con vetrocamera ad alta efficienza.

Il progetto di recupero strutturale

La struttura del Castello si trova in uno stato di complessivo di degrado, l'analisi storica ha permesso di comprendere le vicende costruttive, i dissesti e i fenomeni di degrado attualmente presenti. La struttura negli anni ha subito diversi fenomeni di degrado probabilmente dovuti alla mancanza di una

adeguata manutenzione che ha portato all'attivazione di una serie di meccanismi locali ma anche globali. Il quadro fessurativo ha evidenziato diversi fenomeni:

1. Carenze locali e meccanismi di collasso localizzati, in particolar modo risulta accentuato il fenomeno della disgregazione;
2. Cinematismi che interessano intere porzioni della struttura e meccanismo globale di collasso;

Per quanto riguarda la prima tipologia di collasso, questa può essere riscontrata nei paramenti murari esterni, piccoli collassi di porzioni murarie, carenze strutturali delle connessioni. Tali tipologie di danno sono da ricondurre principalmente alle scarse caratteristiche meccaniche dei materiali e dell'utilizzo di malta povera di legante classico. In relazione al meccanismo globale di collasso, gli elementi strutturali hanno subito lesioni che possono essere riconducibili alla mancanza di collegamento tra le murature e a cedimenti fondali, con conseguente ribaltamento delle murature, oppure a lesioni nel piano della muratura (taglio e pressoflessione nel piano). Il modello elaborato rappresenta in dettaglio l'unità strutturale, descritta mediante accurata rappresentazione nello stato di fatto di tutti gli elementi resistenti nelle caratteristiche costruttive note. Il rilievo strutturale è stato condotto per poter definire sia la geometria esterna e interna dell'edificio e i dettagli degli elementi costruttivi effettivamente raggiungibili. E' stato pertanto possibile identificare l'organizzazione strutturale, individuare la posizione e la dimensione dei vari elementi strutturali, la loro tipologia, orditura e sezione verticale. Il livello di conoscenza utilizzato nelle analisi è pari a LC1, in quanto non è stato possibile svolgere indagini in situ, il corrispondente fattore di confidenza è $FC = 1.35$, in accordo con la vigente normativa.

La linea adottata è stata quella di ridurre quando più possibile le demolizioni e le conseguenti ricostruzioni, operando con interventi che si integrino perfettamente con la struttura esistente senza trasformarla radicalmente. In particolare, l'intervento è stato proporzionato agli obiettivi di sicurezza prefissati e durabilità, contenendo gli interventi in modo tale da produrre il minimo impatto sul manufatto storico. La scelta delle tecniche degli interventi è stata valutata caso per caso dando naturalmente preferenza a quelle meno invasive e maggiormente compatibili con i criteri della conservazione tenendo conto dei requisiti di sicurezza e durabilità. Gli interventi sono stati pensati, con l'obiettivo di rispettare la concezione e le tecniche originarie della struttura, nonché le trasformazioni significative avvenute nel corso della storia del manufatto. Da questo punto di vista gli elementi strutturali danneggiati, nei limiti del possibile, saranno riparati piuttosto che sostituiti e le deformazioni ed alterazioni, costituendo una testimonianza del passato, sono state mantenute, adottando misure atte a limitarne gli effetti negativi sulle condizioni di sicurezza.

La strategia di intervento si è basata:

- sul rinforzo degli elementi resistenti al fine di aumentare le qualità meccaniche;
- Inserimento di nuovi elementi, compatibili con quelli esistenti, al fine di eliminare la vulnerabilità locale di alcune parti della costruzione.

Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti

Tali interventi hanno avuto lo scopo di assicurare alla costruzione un soddisfacente comportamento d'insieme, mediante la realizzazione di un buon ammorsamento tra le pareti. La realizzazione di questi interventi è un prerequisito essenziale per l'applicazione dei metodi di analisi sismica globale

dell'edificio, che si basano sul comportamento delle pareti murarie nel proprio piano, presupponendone la stabilità nei riguardi di azioni sismiche fuori dal piano.

Tiranti in acciaio

Una delle scelte progettuali è stata quella di revisionare il sistema di tiranti presenti nelle strutture del complesso fortificato. Laddove questi dovessero risultare scarichi si procederà alla loro sostituzione disponendo la loro realizzazione nelle due direzioni principali del fabbricato ancorati alle murature mediante capochiave a piastra di forma rettangolare, la collocazione di questi elementi permette infatti di favorire il comportamento d'insieme del fabbricato, in quanto conferisce un elevato grado di connessione tra le murature ortogonali e fornisce un efficace vincolo contro il ribaltamento fuori piano dei pannelli murari. Tutti i tiranti previsti in progetto saranno realizzati inserendo la catena all'interno della guaina e non iniettando, in modo da rendere reversibile l'intervento.

Cordoli in tralicci di acciaio

Per migliorare ulteriormente il comportamento della scatola muraria e aumentare l'ammorsamento tra le pareti del vano a cielo aperto, si è prevista la realizzazione di un cordolo in tralicci di acciaio su tutto il perimetro sommitale della porzione. I cordoli in acciaio saranno realizzati disponendo due piatti alle due estremità della sezione muraria collegandoli perpendicolarmente e con un certo interasse con altri piatti. Il cordolo così realizzato viene solidarizzato alla muratura attraverso dei connettori verticali. Dato che in fase sismica la parete muraria su cui si vincola il cordolo in acciaio può essere soggetta a un comportamento flessionale, per opporre maggior resistenza si è ritenuto opportuno realizzare sia i correnti, interno ed esterno, sia i montanti e i diagonali che vanno a compressione, con profili metallici "C".

Consolidamento di fondazione mediante pali radice

Per risolvere il dissesto più evidente della fabbrica, si provvederà al consolidamento delle fondazioni mediante infissione di pali radice e sottofondazioni in cls armato. Con questa tecnica vengono realizzati pali radice o micropali che creano una "cucitura" tra la base della fondazione e il sottostante terreno, consolidando quest'ultimo mediante iniezione di malta cementizia in pressione. Il consolidamento della fondazione esistente viene realizzato costruendo, in aderenza alla faccia esterna della muratura, cordoli-trave di calcestruzzo armato dotati di collegamenti trasversali, disposti a determinati intervalli, che hanno la funzione di rendere i cordoli solidali con la muratura. Si ottiene così l'allargamento della base di appoggio sul terreno e un ottimo collegamento di tutta la struttura muraria.

Interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari

Questi interventi sono mirati sia al risanamento ed alla riparazione di murature deteriorate e danneggiate, sia al miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura, la soluzione tecnica prevista in progetto è stata valutata tenendo conto della tipologia e della qualità muraria presente. L'intervento prospettato utilizza materiali con caratteristiche fisico - chimiche e meccaniche analoghe e, comunque, il più possibile compatibili con quelle dei materiali in opera.

Intervento di cucì e scuci

Uno degli interventi previsti in progetto è quello dello scuci e cucì la cui finalità è quella di garantire il ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione ed al risanamento di porzioni di

muratura gravemente deteriorate. Per tale intervento è stato previsto l'utilizzo di materiale in loco o in alternativa l'utilizzo di materiali simili a quelli originari per forma, dimensioni, rigidità e resistenza, collegando i nuovi elementi alla muratura esistente con adeguate ammorsature nel piano del paramento murario e se possibile anche trasversalmente al paramento stesso, in modo da conseguire la massima omogeneità e monoliticità della parete riparata.

Iniezioni di miscele leganti

Vista la scarsa resistenza meccanica della muratura presente nel castello si è deciso di prevedere in progetto la realizzazione di iniezioni di miscele leganti con lo scopo di migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare. Particolare cura è stata rivolta nella scelta della miscela da iniettare, curandone la compatibilità chimico-fisico-meccanica con la tipologia muraria oggetto dell'intervento. Malte a base cementizia per la tipologia di muratura presente sono da evitare.

Collegamento di murature non ammorsate – Cuciture armate realizzate mediante iniezione di boiacche fluide all'interno di barre cave in carbonio

Per assicurare un comportamento scatolare all'edificio in muratura si provvederà a migliorare l'ammorsamento tra i muri cantonali al fine di inibire il collasso per meccanismi fuori piano, mediante l'esecuzione di cuciture armate con barre cave in carbonio. Per la realizzazione dell'intervento si procederà in primis con l'esecuzione delle perforazioni, secondo lo schema prescelto in fase progettuale, andando ad intercettare il paramento da collegare. Ne conseguirà la realizzazione di fori (per l'alloggiamento delle "armature") leggermente inclinati per favorire il deflusso della boiaccia di iniezione; Si procederà poi con l'inserimento all'interno delle perforazioni delle barre cave in carbonio, alla preparazione della boiaccia a base calce ed infine alle iniezioni.

Consolidamento strutturale delle murature perimetrali mediante tecniche combinate di ristilatura armata dei giunti con trefoli in acciaio (nelle porzioni esterne a faccia vista) e intonaco armato con rete in fibra di vetro e malta antisismica a base di calce NHL (nelle pareti interne).

Le due facce del paramento saranno collegate mediante opportuni connettori in fibra di vetro infissi nelle pareti in ragione di 2 x mq. L'applicazione di tali soluzioni consentirà di migliorare enormemente le caratteristiche di resistenza a trazione (sforzi di taglio tipicamente pericolosi nelle strutture in muratura) delle murature perimetrali ed impedirà l'attivazione di meccanismi di ribaltamento dei paramenti. Il sistema crea infatti un rinforzo tridimensionale che consente di migliorare le resistenze al taglio, alla flessione e alla compressione della muratura, mantenendo a vista una delle facce.

Inoltre i numerosi vantaggi di questa tecnica sono la durabilità ed efficacia dell'intervento, un miglioramento meccanico omogeneo e la possibilità di mantenimento del "faccia a vista"

Analisi statica non lineare - push over – stato di progetto

Come visto l'intervento ipotizzato, si pone l'obiettivo di implementare il comportamento dell'edificio e di sfruttare efficacemente le rigidità degli elementi strutturali. L'intervento rende, quindi, possibile un incremento della duttilità della struttura e di concerto della soglia di attivazione dei meccanismi di danno. Ciò premesso l'analisi push over dello stato di progetto evidenzia un valore minimo della risposta sismica per le distribuzioni di tipo modale $(C/D)SLV,15 = 0,617$. Pertanto i livelli di sicurezza nello stato di progetto sono tali da consentire l'uso della costruzione.

Indice di sicurezza stato di fatto = 0.323 - Indice di sicurezza stato di progetto = 0.617

Il progetto degli impianti

Relativamente alle **componenti impiantistiche** le scelte sono state mosse soprattutto dalla volontà di conservazione e perpetuazione, nella loro autenticità, delle antiche testimonianze edilizie. Il progetto ha fatto proprie alcune raccomandazioni derivanti dalla più evoluta cultura del restauro architettonico. Si tratta in particolare di limitare la formazione di fori o tracce adottando, per il possibile, tecnologie a radiofrequenza per l'installazione di punti di comando, senza intaccare le superfici architettoniche e garantire la "reversibilità" dell'intervento.

Relativamente all'impianto di illuminazione è stato sviluppato un apposito progetto illuminotecnico per il posizionamento dei corpi illuminanti sia all'interno che all'esterno del complesso. Per tale ragione il progetto ha previsto l'inserimento di una illuminazione scenografica a scenari variabili. La possibilità di creare scenari permette infatti di sfruttare le potenzialità del sistema per attivare contemporaneamente sequenze di operazioni connesse ad un determinato evento. Oltre all'illuminazione interna, anche quella esterna verrà controllata, nelle accensioni, nell'intensità e nel colore (faretti RGB). Per la scelta dei corpi illuminanti, si è optato per l'illuminamento naturale come riferimento luminoso della visione diurna. In particolare si prevede l'inserimento di uplights a singola emissione per applicazione outdoor con sorgente luminosa LED, di colore bianco caldo, con distribuzione luminosa composta da 1 LED powerled, con una CCT 3000 K ed un CRI 80; il flusso luminoso della sorgente sarà di 490 lm, con un'efficienza nominale di 122.5 lm/W. Il sistema di illuminazione del complesso sarà completo di proiettori direzionali orientati sui paramenti esterni, di elementi puntuali posti su ciascuna apertura esterna in grado di enfatizzare le ombre generate dalle bucaure. I percorsi saranno invece dotati di segna passi che condurranno sino all'ingresso del castello. Il sistema di illuminazione sarà inoltre integrato con sensori di luminosità in grado di interagire con l'ambiente esterno e produrre un risparmio pari a circa il 40% dei consumi. Il progetto prevede inoltre l'installazione di un sistema di embrici fotovoltaici da installare sulla copertura del nuovo locale informazioni/ristoro. Si prevede infine la realizzazione di un impianto di videosorveglianza interno ed esterno e la realizzazione di un nuovo impianto idrico-sanitario e di scarico.

Relazione DNSH

La proposta progettuale rispetta il principio Do No Significant Harm (DNSH) il quale prevede che gli interventi non arrechino nessun danno significativo all'ambiente. Il principio DNSH si basa infatti su quanto specificato nella "Tassonomia per la finanza sostenibile", adottata per promuovere gli investimenti del settore privato in progetti verdi e sostenibili nonché contribuire a realizzare gli obiettivi del Green Deal. Gli obiettivi del principio DNSH possono essere riassunti in 6 macro temi:

1. *Mitigazione dei cambiamenti climatici*
2. *Adattamento ai cambiamenti climatici*
3. *Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine*
4. *Transizione verso l'economia circolare, con riferimento anche a riduzione e riciclo dei*
5. *Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo*
6. *Protezione e ripristino della biodiversità e della salute degli ecosistemi*

Lo scrivente ha infatti predisposto la progettazione e le relative soluzioni in modo da garantire l'ottenimento della certificazione LEED per gli edifici storici con l'obiettivo di raggiungere almeno

il livello Oro (60-79 punti). I criteri di valutazione sono articolati e riguardano tutti gli aspetti della progettazione e realizzazione dell'opera. Già in fase di progettazione si è dunque lavorato tenendo bene a mente gli obiettivi minimi da raggiungere.

Per rispondere agli obiettivi di sostenibilità ambientale è stato affrontato specificatamente il tema della demolizione delle strutture esistenti. L'adozione di pratiche mirate al recupero ed al riciclo degli inerti da costruzione e demolizione apporta, infatti, molteplici benefici rispetto alla soluzione dello smaltimento in discarica in termini di tutela dell'ambiente e di salvaguardia della salute umana. Per raggiungere gli obiettivi di riduzione dei carichi ambientali ad essi associati, la prima misura prevista consiste nell'implementazione di tecniche di disassemblaggio e di demolizione selettiva, le quali consentono di selezionare e separare alla fonte le diverse frazioni di materiali. Così facendo si ottimizza la qualità della raccolta, si incrementa la circolarità delle materie prime edilizie e si ottengono impatti positivi sulla qualità dell'ambiente urbano. Tali pratiche mirate al recupero ed al riciclo degli inerti da costruzione e demolizione apportino molteplici benefici rispetto alla soluzione dello smaltimento in discarica:

1. per la tutela dell'ambiente riducendo i viaggi in discarica dei mezzi riducendo le emissioni di CO₂;
2. per le imprese del settore edile, poiché possono conferire i rifiuti presso gli impianti di riciclaggio/recupero a costi inferiori rispetto al ricorso alla discarica;
3. per le Pubbliche Amministrazioni e per gli Enti locali, che possono salvaguardare il territorio, incrementando le attività di recupero;

Poiché buoni risultati nel recupero e nel riutilizzo dei rifiuti edili si possono ottenere soltanto se quest'ultimi sono omogenei, la prima misura che verrà attuata consiste nell'implementazione di tecniche di disassemblaggio e di demolizione selettiva, le quali consentono di selezionare e separare alla fonte le diverse frazioni di materiali. Così facendo si ottimizza la qualità della raccolta, si incrementa la circolarità delle materie prime edilizie e si ottengono impatti positivi sulla qualità dell'ambiente urbano. L'adozione delle metodologie di demolizione "intelligente" sarà preceduta dalla predisposizione di un dettagliato piano di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (Waste Management Pian), che permetterà di verificare la convenienza economica ed ambientale dell'intero processo di demolizione e recupero ed illustrerà, oltre alle procedure di raccolta ed allontanamento dei materiali di risulta dal cantiere, le soluzioni tecniche ed che si intende applicare, in aggiunta alla demolizione selettiva, per minimizzare le quantità di scarti da inviare a smaltimento, anche attraverso l'utilizzo razionale e disciplinato delle materie prime disponibili. Per la demolizione delle componenti costruttive, si procederà secondo le seguenti fasi:

1. Audit pre-demolizione, ossia la predisposizione di un inventario particolareggiato degli elementi tecnici e dei materiali da costruzione presenti in cantiere, allo scopo di identificare per ciascuna tipologia di componente, in relazione alla rispettiva potenzialità di recupero, le procedure esecutive più idonee per la dismissione.
2. Applicazione della metodologia dello strip out per la rimozione degli elementi estranei ai materiali da costruzione, comprendenti i componenti impiantistici.
3. Previo allestimento delle opere provvisorie e di sicurezza, si avvierà il processo di decostruzione, demolendo in maniera selettiva gli elementi costruttivi previsti in progetto.

Attraverso l'analisi del ciclo di vita si tratterà, infine, il bilancio materico relativo all'uso efficiente delle risorse dalla realizzazione alla manutenzione dell'opera. Secondo La norma ISO 14040 su cui si

basa Valutazione del Ciclo di Vita (LCA) verrà verificata la prestazione ambientale dell'intervento attraverso il rilascio di attestazione di verifica da parte ente terzo certificato.

Durante la realizzazione dell'edificio si potrà dunque alimentare la filiera dei materiali riciclati derivanti dal recupero degli scarti da demolizione e costruzione, raggiungendo così uno degli obiettivi di riciclaggio fissato dall'Unione Europea nella Direttiva 2008/98/CE e richiamato nei Criteri Ambientali Minimi del 22/06/2022. Tutti i prodotti utilizzati saranno muniti di certificazioni ambientali LEED, ISO 14021, ISO 14025, Ecolabel, Icea, EMAS, FSC, Certificazione Ambientale Autodichiarata, ecc.. La scelta dei materiali è stata orientata ad individuare il giusto equilibrio tra innovazione, contenuto di materiali recuperati e riciclati e miscele innovative atte ad ottemperare le esigenze di progetto.

Stima economica dell'opera

La proposta tiene in considerazione il controllo e il contenimento dei costi attuando diversificate strategie quali:

1. Controllo delle superfici oggetto di restauro e recupero strutturale, nonché dei nuovi inserimenti e dei percorsi per una verifica parametrica dei valori medi di mercato.
2. Il progetto è pensato con inserimenti semplici e lineari. La geometria dell'insieme permette di semplificare i processi costruttivi e di cantiere, come anche l'inserimento degli impianti in chiare e semplici dorsali.
3. I materiali scelti sono semplici e di facile reperimento in zona, a cui si aggiunge una parte importante di prefabbricazione che, riducendo i tempi di realizzazione, permette un notevole risparmio economico.

I costi parametrici di riferimento secondo le superfici di progetto sono i seguenti:

1. Costo dei lavori di restauro/Sup. lorda = 746 €/mq x 1.475 mq= **1.100.350,00 €**
 2. Costo dei lavori di consolidamento/Sup. lorda = 944 €/mq x 1.475 mq= **1.392.400,00 €**
 3. Costo di realizzazione dei percorsi/Sup. lorda = 223 €/mq x 5.000 mq= **1.115.000,00 €**
 4. Costo dei nuovi inserimenti/Sup. lorda = 836 €/mq x 500 mq= **418.000,00 €**
 5. Costo degli impianti (illuminazione, idrico ecc)/Sup. lorda = 110 €/mq x 6.475 mq= **712.250 €**
- TOTALE= 4.738.000,00 €**

Il parametro risulta coerente con le caratteristiche tecniche dell'edificio e con la qualità delle finiture.

<i>SCHEDE RIASSUNTIVE DEGLI INTERVENTI PREVISTI</i>	<i>CAT.</i>	<i>PREVISIONE DI SPESA</i>
<i>(comprensivi di opere provvisoria e oneri per la sicurezza)</i>		
OPERE DI RESTAURO		
Demolizione, in ambito vincolato, mediante adeguato piano di waste management.	E.22	40.530,91 €
Trasporto alle pubbliche discariche nel comune dove si eseguono le lavorazioni	E.22	10.702,73 €
Scarificazione dei giunti di malta	E.22	75.365,63 €
Pulitura mediante spazzole di saggina e acqua nebulizzata	E.22	93.536,36 €
Stilatura dei giunti con malta di calce NHL	E.22	174.160,00 €
Integrazione di parti mancanti con conci squadrate e/o malta modellabile	E.22	96.640,00 €
Consolidamenti mediante Silicato d'Etilo o Nanocalce	E.22	381.970,91 €
Realizzazione di bauletti di protezione	E.22	107.560,00 €
Sostituzione di infissi e serramenti	E.22	43.453,89 €
Nuove pavimentazioni esterne	E.22	43.684,56 €

Copertura con massetto isolante, impermeabilizzazione e finitura calpestabile a calce	E.22	64.451,53 €
Finiture interne	E.22	116.352,85 €
TOTALE PARZIALE	E.22	1.154.873,01 €

OPERE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

Consolidamento mediante inserimento di diatoni in barre elicoidali di acciaio inox	S.04	66.207,27 €
Consolidamento di fondazione mediante pali radice e cordolo in cls	S.04	199.271,82 €
Consolidamento mediante scuci-cuci	S.04	85.350,00 €
Consolidamento mediante stilatura armata esterna	S.04	408.734,55 €
Consolidamento mediante intonaco armato interno	S.04	88.774,55 €
Realizzazione di cordoli in traliccio di acciaio	S.04	135.359,09 €
Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti	S.04	96.423,64 €
Consolidamento mediante tiranti e catene	S.04	74.655,45 €
Cuciture armate mediante iniezione di boiacche fluide all'interno di barre cave in carbonio	S.04	67.543,64 €
Realizzazione di cerchiature nelle aperture esistenti e nuove	S.04	76.454,53 €
TOTALE PARZIALE	S.04	1.298.774,49 €

PERCORSI ESTERNI

Preparazione dei rilevati per realizzazione dei percorsi	E.19	125.440,00 €
Realizzazione di percorsi ciclo-pedonali in terra stabilizzata	E.19	340.655,45 €
Realizzazione di area a parcheggio	E.19	184.831,82 €
Realizzazione di aree di sosta compresa la sistemazione del perimetro	E.19	180.120,91 €
Fornitura e posa di elementi di arredo urbano	E.19	152.350,00 €
Revisione, integrazione e ripristino dello scalone di accesso	E.19	132.648,53 €
Cartellonistica e totem dotati di QR code	E.19	32.349,65 €
Opere di recinzione e delimitazione	E.19	145.986,55 €
TOTALE PARZIALE	E.19	1.114.262,00 €

NUOVI INSERIMENTI

Realizzazione di struttura intelaiata in profilati di acciaio per punto di ristoro	S.04	51.172,73 €
Realizzazione di struttura intelaiata in profilati di acciaio per blocco servizi	S.04	21.423,64 €
Realizzazione di tamponature esterna con struttura a secco coibentata	E.22	61.356,36 €
Copertura ventilata e coibentata in embrici fotovoltaici	E.22	65.200,00 €
Infissi e serramenti	E.22	32.631,82 €
Realizzazione di passerelle e scale in acciaio	S.04	234.831,82 €
Realizzazione di ascensore	S.04	93.978,18 €
Realizzazione di ringhiere, parapetti e opere di protezione	E.22	76.080,00 €
TOTALE PARZIALE	S.04	401.406,37 €
TOTALE PARZIALE	E.22	235.270,18 €

OPERE IMPIANTISTICHE

Impianto elettrico e di illuminazione, compreso il collegamento fotovoltaico	IA.03	565.723,23 €
Impianto di idrico-sanitario e di scarico	IA.01	58.136,36 €
Impianto di regimentazione delle acque meteoriche	IA.01	22.240,00 €
Impianto di videosorveglianza	IA.04	37.543,64 €
Impianto antincendio	IA.04	45.991,82 €
Per fornitura e posa in opera stazioni di ricarica per veicoli elettrici	IA.04	32.941,90 €
TOTALE PARZIALE	IA.03	565.723,23 €
TOTALE PARZIALE	IA.01	80.376,36 €
TOTALE PARZIALE	IA.04	116.477,36 €

TOTALE LAVORI: € 4.967.163,00 + IVA (10 %) = 5.463.879,30 €

CRONOPROGRAMMA

Durata totale lavori 18 mesi

gt = giorni naturali e consecutivi

g = giorni lavorativi

Nome attività	Durata	Inizio	Fine
DUTARA TOTALE LAVORI	546 gt	lun 01/01/24	lun 30/06/25
Opere di consolidamento strutturale	98 g	lun 01/01/24	gio 16/05/24
Consolidamento mediante inserimento di diatoni in barre elicoidali di acciaio inox	7 gt	lun 01/01/24	lun 08/01/24
Consolidamento di fondazione mediante pali radice e cordolo in cls	21 gt	lun 08/01/24	lun 29/01/24
Consolidamento mediante scuci-cuci	9 gt	lun 29/01/24	mer 07/02/24
Consolidamento mediante stilatura armata esterna	43 gt	mer 07/02/24	gio 21/03/24
Consolidamento mediante intonaco armato interno	9 gt	gio 21/03/24	sab 30/03/24
Realizzazione di cordoli in traliccio di acciaio	14 gt	sab 30/03/24	sab 13/04/24
Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti	10 gt	sab 13/04/24	mar 23/04/24
Consolidamento mediante tiranti e catene	8 gt	mar 23/04/24	mer 01/05/24
Cuciture armate mediante iniezione di boiacche fluide all'interno di barre cave in carbonio	7 gt	mer 01/05/24	mer 08/05/24
Realizzazione di cerchiature nelle aperture esistenti e nuove	8 gt	mer 08/05/24	gio 16/05/24
Opere di restauro	94 g	gio 16/05/24	mer 25/09/24
Demolizione, in ambito vincolato, mediante adeguato piano di waste management.	4 gt	gio 16/05/24	lun 20/05/24
Scarificazione dei giunti di malta	8 gt	lun 20/05/24	mar 28/05/24
Pulitura mediante spazzole di saggina e acqua nebulizzata	10 gt	mar 28/05/24	ven 07/06/24
Stilatura dei giunti con malta di calce NHL	18 gt	ven 07/06/24	mar 25/06/24
Integrazione di parti mancanti con conci squadri e/o malta modellabile	10 gt	mar 25/06/24	ven 05/07/24
Consolidamenti mediante Silicato d'Etile o Nanocalce	40 gt	ven 05/07/24	mer 14/08/24
Realizzazione di bauletti di protezione	11 gt	mer 14/08/24	dom 25/08/24
Sostituzione di infissi e serramenti	5 gt	dom 25/08/24	ven 30/08/24
Nuove pavimentazioni esterne	5 gt	ven 30/08/24	mer 04/09/24
Copertura con massetto isolante, impermeabilizzazione e finitura calpestabile a calce	7 gt	mer 04/09/24	mer 11/09/24
Finiture interne	12 gt	mer 11/09/24	lun 23/09/24
Trasporto alle pubbliche discariche nel comune dove si eseguono le lavorazioni	2 gt	lun 23/09/24	mer 25/09/24
Percorsi esterni	96 g	mer 25/09/24	gio 06/02/25
Preparazione dei rilevati per realizzazione dei percorsi	13 gt	mer 25/09/24	mar 08/10/24

Realizzazione di percorsi ciclo-pedonali in terra stabilizzata	35 gt	mar 08/10/24	mar 12/11/24
Realizzazione di area a parcheggio	19 gt	mar 12/11/24	dom 01/12/24
Realizzazione di aree di sosta compresa la sistemazione del perimetro	19 gt	dom 01/12/24	ven 20/12/24
Fornitura e posa di elementi di arredo urbano	16 gt	ven 20/12/24	dom 05/01/25
Revisione, integrazione e ripristino dello scalone di accesso	14 gt	dom 05/01/25	dom 19/01/25
Cartellonistica e totem dotati di QR code	3 gt	dom 19/01/25	mer 22/01/25
Opere di recinzione e delimitazione	15 gt	mer 22/01/25	gio 06/02/25
Nuovi Inserimenti	47 g	gio 06/02/25	sab 12/04/25
Realizzazione di struttura intelaiata in profilati di acciaio per punto di ristoro	5 gt	gio 06/02/25	mar 11/02/25
Realizzazione di struttura intelaiata in profilati di acciaio per blocco servizi	2 gt	mar 11/02/25	gio 13/02/25
Realizzazione di tamponature esterna con struttura a secco coibentata	6 gt	gio 13/02/25	mer 19/02/25
Copertura ventilata e coibentata in embrici fotovoltaici	7 gt	mer 19/02/25	mer 26/02/25
Infissi e serramenti	3 gt	mer 26/02/25	sab 01/03/25
Realizzazione di passerelle e scale in acciaio	24 gt	sab 01/03/25	mar 25/03/25
Realizzazione di ascensore	10 gt	mar 25/03/25	ven 04/04/25
Realizzazione di ringhiere, parapetti e opere di protezione	8 gt	ven 04/04/25	sab 12/04/25
Opere Impiantistiche	55 g	sab 12/04/25	lun 30/06/25
Impianto elettrico e di illuminazione, compreso il collegamento fotovoltaico	59 gt	sab 12/04/25	mar 10/06/25
Impianto di idrico-sanitario e di scarico	6 gt	mar 10/06/25	lun 16/06/25
Impianto di regimentazione delle acque meteoriche	2 gt	lun 16/06/25	mer 18/06/25
Impianto di videosorveglianza	4 gt	mer 18/06/25	dom 22/06/25
Impianto antincendio	8 gt	dom 22/06/25	lun 30/06/25